

(19) Japan Patent Office (JP)

(11) Japanese Unexamined Patent
Application Publication Number

(12) **Japanese Unexamined Patent
Application Publication (A)**

2000-180371

(P2000-180371A)

(43) Publication date: June 30, 2000

(51) Int. Cl. ⁷	Identification symbols	FI	Theme code (Reference)
G 01 N 21/88		G 01 N 21/88	645A 2F065 Z 2G051
G 01 B 11/30		G 01 B 11/30	A 4M106
H 01 L 21/027		H 01 L 21/66	J 5F046
21/66		21/30	502J
Request for examination: Not yet requested No. of claims: 10 OL (Total of 10 pages) <i>Continued on the last page</i>			
(21) Japanese Patent Application No.:	H10-353083	(71) Applicant	000005049 Sharp Corporation 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka
(22) Date of Application:	December 11, 1998	(72) Inventor	Harada Tokumi c/o Sharp Corporation 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka
		(72) Inventor	Tanigawa Toru c/o Sharp Corporation 22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku, Osaka
		(74) Agent	100064746 Fukumi Hisao, patent attorney

Continued on the last page

(54) Title of the Invention: FOREIGN MATTER INSPECTION APPARATUS AND SEMICONDUCTOR PROCESS APPARATUS

(57) Abstract

Problem

To provide a foreign matter inspection apparatus that accurately detects only the foreign matter.

Resolution means

Referring to Fig. 2, a foreign matter inspection apparatus 20 includes an inspection stage 3 provided to mount a workpiece, lighting 4 for casting light from the horizontal direction of and from a direction diagonally above the workpiece, a high resolution area sensor camera 5 for photographing the workpiece, an inspection stage 3 for mounting [Translator's note: *Apparent typo in Japanese original 細緻 → 載置*] the workpiece subject to inspection 3, a housing 1 for covering the lighting 4 and the camera 5 and shielding off external light, a duct 7 that is connected to an opening part of the housing 1 and is for feeding purified air with a high level of cleanliness into the interior of the housing 1, and a control and processing part 2 that is for performing image processing and performing foreign matter inspection after receiving an image signal output from the high resolution area sensor camera 5 and creating image data. A reflection prevention plate 6 on which matte treatment has been performed is provided as necessary on a foreign matter inspection apparatus 20 in the vicinity of the camera 5.

purified air
workpiece
light source

(2)

Scope of Patent ClaimsClaim 1

A foreign matter inspection apparatus that includes

- lighting for irradiating light to a workpiece,
- a camera for photographing the workpiece,
- an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece,
- a housing that has an opening part and is for covering the camera, and
- a duct that is connected to the opening part of the housing and is for feeding clean air to the interior of the housing from outside the housing.

Claim 2

A foreign matter inspection apparatus according to Claim 1; further including

- a plate for preventing reflection of the light irradiated by the lighting, and

the interior of the housing is such that processing for absorbing light is performed.

Claim 3

A foreign matter inspection apparatus according to Claim 1; further including a plate for scattering light provided at the irradiation surface of the lighting.

Claim 4

A foreign matter inspection apparatus that includes

- lighting for irradiating light to a workpiece,
- a stage,
- a camera for photographing the workpiece,
- an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, and
- a holding member that is provided on the stage and is for holding the workpiece at a position at which the focal point of the camera is focused to the workpiece but is not focused to the stage.

Claim 5

A foreign matter inspection apparatus according to any of Claims 1 ~ 4; wherein the light irradiated to the workpiece from the lighting is light of a wavelength that will not expose the resist.

Claim 6

A semiconductor process apparatus that includes

- a washing means for washing a workpiece,
- a resist coating means for coating resist to the workpiece,
- a peripheral part resist removal means for removing the resist of the peripheral part of the workpiece,
- an exposure means for exposing the workpiece that has been coated with resist,
- a development means for developing the exposed workpiece, and
- a foreign matter detection means for detecting foreign matter of the workpiece, and

the foreign matter detection means includes

- lighting for irradiating light to a workpiece,
- a camera for photographing the workpiece,
- an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece,
- a housing that has an opening part and is for covering the camera, and

(3)

a duct that is connected to the opening part of the housing and is for feeding clean air to the interior of the housing from outside the housing.

Claim 7

A semiconductor process apparatus according to Claim 6; wherein
the foreign matter detection means further includes a plate for preventing reflection of the light irradiated by the lighting, and
the interior of the housing is such that processing for absorbing light is performed.

Claim 8

A semiconductor process apparatus according to Claim 6; wherein the foreign matter detection means further includes a plate that is provided at the irradiation surface of the lighting and is for scattering light.

Claim 9

A semiconductor process apparatus that includes
a washing means for washing a workpiece,
a resist coating means for coating resist to the workpiece,
a peripheral part resist removal means for removing the resist of the peripheral part of the workpiece,
an exposure means for exposing the workpiece that has been coated with resist,
a development means for developing the exposed workpiece, and
a foreign matter detection means for detecting foreign matter of the workpiece, and
the foreign matter detection means includes
lighting for irradiating light to a workpiece,
a stage,
a camera for photographing the workpiece,
an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, and
a holding member that is provided on the stage and is for holding the workpiece at a position at which the focal point of the camera is focused to the workpiece but is not focused to the stage.

Claim 10

A semiconductor process apparatus according to any of Claim 6 ~ 9; wherein the light irradiated to the workpiece from the lighting is light of a wavelength that will not expose the resist.

Detailed Description of the Invention

[0001]

Technical Field of the Invention

The present invention relates to a foreign matter inspection apparatus and semiconductor process apparatus and particularly to a foreign matter inspection apparatus and semiconductor process apparatus that are able to accurately detect only foreign matter, flaws and nonuniformities, etc..

[0002]

Prior Art

Referring to Fig. 4, a conventional photolitho process apparatus, which is a type of semiconductor process apparatus, includes a loader 11, a washing part 12, a resist coating part 13, a peripheral part resist removal part 14, an exposure part 15, a development part 16, an unloader

(4)

17, robots 18a and 18b and a transport robot 19 for transporting the workpiece among these processing parts.

[0003]

In this type of in-line system photolitho process apparatus, when dust penetrates from the drive system etc., and that dust adheres to the workpiece before and after resist coating or before exposure, it becomes a cause of a resist pattern abnormality. This resist pattern abnormality is discovered after a sampling inspection or a 100% inspection of foreign matter or pattern abnormalities has been performed at the inspection part (not shown) provided outside the apparatus after resist patterning has been completed. For this reason, there are problems in that discovery of defects is slow, and many similar defects are unfortunately generated during that time. Moreover, in the case in which a sampling inspection is performed, there are workpieces that proceed to the next process while there is a pattern abnormality. For this reason, short circuit defects occur when the etching processing of the next process is performed, which is a cause of a reduction in yield.

[0004]

As a method of resolving these problems, the foreign matter inspection apparatus disclosed in Japanese Unexamined Patent Application Publication No. H8-250385 inspects for foreign matter before and after the respective processing of resist coating or exposure.

[0005]

Problems to Be Solved by the Invention

However, a conventional foreign matter inspection apparatus is incorporated into a semiconductor process apparatus, and regardless of the fact that the purpose is to pursue improvement of yields by preventing the occurrence of defects by discovering foreign matter, flaws and nonuniformities early based on image data input by a camera and implementing countermeasures, there was no function that removes dust on the foreign matter inspection apparatus itself. For this reason, there has been a problem in that, during the inspection of foreign matter, flaws, nonuniformities, etc., dust adhered to the workpiece, defects occurred due to this, and yield was caused to drop.

[0006]

In addition, in the case in which the surface of the work subject to inspection is a semiconductor wafer or substrate for a flat panel display such as an LCD (liquid crystal display), PDP (plasma display panel) or FED (field emission display), the surface of the workpiece is a mirror-shapes and has a property such that it tends to reflect light. For this reason, by means of the background in the vicinity being reflected in the camera input image data, the foreign matter, flaw and nonuniformity, etc. detection sensitivity decreases. For example, let us suppose a case in which the metal screws used in fixing the ceiling plates of the foreign matter inspection apparatus have been reflected by the workpiece subject to inspection and reflected into the camera. Referring to Fig. 5, in the image data obtained by the camera, the screw reflection looks just like foreign matter. For this reason, erroneous detection is unfortunately invited. As a result, if extra background is reflected into the camera, the noise component of the image data increases, the SN ratio of the brightness of the foreign matter part and the brightness of portions other than that relatively decreases, and the normal foreign matter, flaw and nonuniformity, etc. detection sensitivity unfortunately decreases.

[0007]

Moreover, a halogen lamp is generally used as illumination light source in the foreign matter inspection apparatus. Among halogen lamps, there are those in which a plurality of optical

(5)

fibers are bundled, one end of the optical fibers is connected to a light source, and light is emitted from the other ends. The other ends of the optical fibers are aligned along a light guide. Referring to Fig. 6, in the case of such an illumination apparatus, line-shaped illumination nonuniformities occur in the illumination light irradiated to the workpiece subject to inspection. For this reason, problems occur in that obstruction to detection of foreign matter, flaws and nonuniformities results, and detection sensitivity decreases. In addition, the light that is irradiated from the halogen lamp has a wavelength range at which the resist is exposed. For this reason, when halogen lamp light is irradiated to the workpiece prior to development, that component is unfortunately exposed, and adverse effects are exerted on the pattern after development.

[0008]

Referring to Fig. 7, in the case of a transparent or semitransparent substrate, as with a substrate for a flat panel display such as an LCD, PDP or FED, the surface status and flaws, etc. of the stage surface corresponding to bottom part of the foreign matter inspection apparatus are reflected into the camera, and detection of normal foreign matter, flaws, nonuniformities, etc. of the workpiece subject to inspection becomes difficult. In general, the camera is capable of photography in a status in which the focal point is focused on an object within the scope of the depth of focus. For this reason, even if, for example, the focal point were focused to the workpiece subject to inspection, if the stage surface is within the scope of the depth of focus of the camera, the surface status and minute flaws, etc. of the stage surface would be unfortunately reflected.

[0009]

In addition, in the case in which the foreign matter inspection apparatus is incorporated into a photolitho process apparatus, it is subject to attachment space limitations, so attachment of those that are very large has been problematic. For this reason, development of smaller foreign matter inspection apparatuses has been desired.

[0010]

The present invention was devised in order to resolve the aforementioned problems, and its purpose is to provide a foreign matter inspection apparatus that is able to accurately detect only the foreign matter.

[0011]

Another purpose is to provide a foreign matter inspection apparatus that is able to accurately detect only the foreign matter and that can be incorporated into a semiconductor process apparatus.

[0012]

Yet another purpose is to provide a semiconductor process apparatus that incorporates a foreign matter inspection apparatus that is able to accurately detect only the foreign matter.

[0013]

Yet another purpose is to provide a semiconductor process apparatus that incorporates a foreign matter inspection apparatus that is able to accurately detect only the foreign matter and with which product yields are not caused to decrease.

[0014]

Means Solve Problems

The foreign matter inspection apparatus relating to the invention according to Claim 1 includes lighting for irradiating light to a workpiece, a camera for photographing the workpiece, an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, a housing that has an opening part and is for covering the camera, and a

(6)

duct that is connected to the opening part of the housing and is for feeding clean air to the interior of the housing from outside the housing.

[0015]

According to the invention according to Claim 1, purified clean air is fed into the interior of the foreign matter inspection apparatus. The fed in gas flows through the interior of the apparatus and increases the degree of cleanliness inside the apparatus. For this reason, it is possible to always maintain the interior of the apparatus in a status in which there is no dust, and it is [sic] possible for dust to adhere to the workpiece. For this reason, it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0016]

The invention according to Claim 2, in addition to the configuration of the invention according to Claim 1, further includes a plate for preventing reflection of the light irradiated by the lighting, and the interior of the housing is such that processing for absorbing light is performed.

[0017]

The invention according to Claim 2 is such that, in addition to the actions and effects of the invention according to Claim 1, in the case in which the workpiece subject to inspection is a semiconductor wafer or a substrate for a flat panel display such as an LCD, PDP or FED, the workpiece surface is mirror-shaped and has a property such that it tends to reflect light. For this reason, the background in the vicinity tends to be reflected into the image input by the camera. However, an illumination light reflection prevention plate is provided at the interior of the housing, and processing for absorbing light is performed at the interior of the housing. For this reason, it is possible to reduce reflecting of the background in the vicinity into the camera, and it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0018]

The invention according to Claim 3, in addition to the configuration of the invention according to Claim 1, further includes a plate for scattering light provided at the irradiation surface of the lighting.

[0019]

The invention according to Claim 3 is such that, in addition to the actions and effects of the invention according to Claim 1, by providing a plate that scatters light to the irradiation surface of the lighting, line-shaped illumination intensity nonuniformities are no longer produced on the workpiece subject to inspection. For this reason, the image data of portions other than the foreign matter produce a smooth brightness distribution, and it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0020]

The foreign matter inspection apparatus relating to the invention according to Claim 4 includes lighting for irradiating light to a workpiece, a stage, a camera for photographing the workpiece, an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, and a holding member that is provided on the stage and is for holding the workpiece at a position at which the focal point of the camera is focused to the workpiece but is not focused to the stage.

[0021]

According to the invention according to Claim 4, when the focal point of the camera has been focused to the surface of the workpiece, the focal point is not focused to the surface of the

(7)

stage. For this reason, the surface status of the stage and minute flaws, etc. are no longer reflected to the camera. Therefore, it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0022]

The invention according to Claim 5 is such that, in addition to the configuration of the inventions according to any of Claims 1 ~ 4, the light that is irradiated to the workpiece from the lighting is light of a wavelength that will not expose the resist.

[0023]

The invention according to Claim 5 is such that, in addition to the actions and effects of the inventions according to any of Claims 1 ~ 4, the resist is no longer exposed by the illumination light. For this reason, it is possible to use this foreign matter inspection apparatus in the vicinity of the exposure apparatus, and it is possible to incorporate it into a semiconductor process apparatus.

[0024]

The semiconductor process apparatus relating to the invention according to Claim 6 includes a washing means for washing a workpiece, a resist coating means for coating resist to the workpiece, a peripheral part resist removal means for removing the resist of the peripheral part of the workpiece, an exposure means for exposing the workpiece that has been coated with resist, a development means for developing the exposed workpiece, and a foreign matter detection means for detecting foreign matter of the workpiece, and the foreign matter detection means includes lighting for irradiating light to a workpiece, a camera for photographing the workpiece, an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, a housing that has an opening part and is for covering the camera, and a duct that is connected to the opening part of the housing and is for feeding clean air to the interior of the housing from outside the housing.

[0025]

According to the invention according to Claim 6, purified clean air is fed into the interior of the foreign matter inspection apparatus. The fed in gas flows through the interior of the apparatus and increases the level of cleanliness inside the apparatus. For this reason, it is possible to always maintain the interior of the apparatus in a status in which there is no dust, and it is [sic] possible for dust to adhere to the workpiece. For this reason, the foreign matter inspection apparatus is able to accurately detect only the foreign matter.

[0026]

The invention according to Claim 7 is such that, in addition to the configuration of the invention according to Claim 6, the foreign matter detection means further includes a plate for preventing reflection of the light irradiated by the lighting, and the interior of the housing is such that processing for absorbing light is performed.

[0027]

The invention according to Claim 7 is such that, in addition to the actions and effects of the invention according to Claim 6, in the case in which the workpiece subject to inspection by the foreign matter inspection apparatus is a semiconductor wafer or a substrate for a flat panel display such as an LCD, PDP or FED, the surface of the workpiece is mirror-shaped and has a property such that it tends to reflect light. For this reason, the background in the vicinity tends to be reflected into the image input by the camera. However, an illumination light reflection prevention plate is provided at the interior of the housing, and processing for absorbing light is performed at the interior of the housing. For this reason, it is possible to reduce reflecting of the

(8)

background in the vicinity into the camera, and it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0028]

The invention according to Claim 8 is such that, in addition to the configuration of the invention according to Claim 6, the foreign matter detection means further includes a plate that is provided at the irradiation surface of the lighting and is for scattering light.

[0029]

The invention according to Claim 8 is such that, in addition to the actions and effects of the invention according to Claim 6, by providing a plate that scatters light at the irradiation surface of the lighting, line-shaped illumination intensity nonuniformities are no longer produced in the workpiece subject to inspection. For this reason, the image data of portions other than the foreign matter produce a smooth brightness distribution, and it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0030]

The semiconductor process apparatus relating to the invention according to Claim 9 includes a washing means for washing a workpiece, a resist coating means for coating resist to the workpiece, a peripheral part resist removal means for removing the resist of the peripheral part of the workpiece, an exposure means for exposing the workpiece that has been coated with resist, a development means for developing the exposed workpiece, and a foreign matter detection means for detecting foreign matter of the workpiece, and the foreign matter detection means includes lighting for irradiating light to a workpiece, a stage, a camera for photographing the workpiece, an image processing part for processing image data output from the camera and detecting foreign matter on the workpiece, and a holding member that is provided on the stage and is for holding the workpiece at a position at which the focal point of the camera is focused to the workpiece but is not focused to the stage.

[0031]

According to the invention according to Claim 9, when the focal point of the camera of the foreign matter inspection apparatus has been focused to the surface of the workpiece, the focal point is not focused to the surface of the stage. For this reason, the surface status of the stage and minute flaws, etc. are no longer reflected to the camera. Therefore, it is possible to accurately detect only the foreign matter.

[0032]

The invention according to Claim 10 is such that, in addition to the configuration of the inventions according to any of Claims 6 ~ 9, the light that is irradiated to the workpiece from the lighting is light of a wavelength that will not expose the resist.

[0033]

The invention according to Claim 10 is such that, in addition to the actions and effects of the inventions according to any of Claims 6 ~ 9, the resist is no longer exposed by the illumination light of the foreign matter inspection apparatus. For this reason, even if this foreign matter inspection apparatus were used in the vicinity of the exposure means, effects would not be exerted upon the workpiece, and yield would not be caused to decrease.

[0034]

Embodiments of the Invention

Embodiments of the present invention will be described below while referring to drawings. Note that, in the descriptions below, identical reference symbols are assigned to

(9)

identical parts. The names and functions of these are also identical, so repetition of descriptions will be omitted as appropriate.

[0035]

Referring to Fig. 1, a photolitho process apparatus, which is a type of semiconductor process apparatus, relating to an embodiment of the present invention includes a loader 11, which is the inlet port for the workpiece going to the photolitho process apparatus, a washing part 12 for washing the workpiece, a resist coating part 13 for coating a resist to the workpiece, a peripheral part resist removal part 14 for removing the resist of the peripheral part of the workpiece, an exposure part 15 for exposing the workpiece that has been coated with the resist, a development part 16 for developing the exposed workpiece, an unloader 17, which is the outlet for the workpiece from the photolitho process apparatus, a foreign matter inspection apparatus 20 for detecting foreign matter of the workpiece, and robots 18a and 18b and a transport robot 19 for transporting the workpiece among these processing parts.

[0036]

A hot plate for heating the workpiece and a cool plate cooling the workpiece before and after processing are provided at the respective processing parts.

[0037]

When a cassette into which the workpiece has been inserted is loaded by the loader 11, robot 18a pulls out one workpiece at a time from a cassette and transfers them to transport robot 19. The transport robot 19 transports the workpiece in the order of the washing part 12, the resist removal part 13, and the peripheral part resist removal part 14.

[0038]

After processing has ended at the peripheral part resist removal part 14, the transport robot 19 transfers the workpiece to robot 18b. The robot 18b transports the workpiece to the exposure part 15. After exposure of the workpiece as ended, robot 18b takes the workpiece out from the exposure part 15 and introduces the workpiece into the foreign matter inspection apparatus 20. After inspection for foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. of the workpiece has been performed by the foreign matter inspection apparatus 20, robot 18b takes the workpiece out from the foreign matter inspection apparatus 20 and transfers it to transport robot 19. Transport robot 19 transports the workpiece to the development part 16. After development has been completed, transport robot 19 takes the workpiece out from the development part 16 and transfers it to robot 18a. Robot 18a accommodates the cassette in the unloader 17.

[0039]

Referring to Fig. 2, the foreign matter inspection apparatus 20 includes an inspection stage 3 provided to mount a workpiece, lighting 4 for casting light from the horizontal direction of and from a direction diagonally above the workpiece, a high resolution area sensor camera 5 for photographing the workpiece, an inspection stage 3 for mounting [Translator's note: *Apparent typo in Japanese original 細緻 → 載置*] the workpiece subject to inspection 3, a housing 1 for covering the lighting 4 and the camera 5 to shield off external light, a duct 7 that is connected to an opening part of the housing 1 and is for feeding purified air with a high level of cleanliness (clean air) into the interior of the housing 1, and a control and processing part 2 that is for performing image processing and performing foreign matter inspection after receiving an image signal output from the high resolution area sensor camera 5 and creating image data.

[0040]

A reflection prevention plate 6 on which matte treatment has been performed is provided as necessary on the foreign matter inspection apparatus 20 in the vicinity of the camera 5. The

color of the interior of the housing 1 and the respective portions of the housing 1 interior are standardized to a matte black color or dark color so that it tends not to reflect illumination light. For example, in the case in which the material is aluminum, an alumite treatment for matting is performed. Through this, reflecting of portions other than the workpiece into the camera 5, reflection of illumination light, and leakage of illumination light can be prevented.

[0041]

From the duct 7, purified air of a high degree cleanliness is fed into the interior of the housing 1, and the fed in air circulates by convection within the apparatus. The higher the degree of cleanliness of the air fed into the housing 1 the better, but, for example, in a case in which the degree of cleanliness outside the foreign matter inspection apparatus 20 is class 1000, if it is class 100 or less, which is approximately 1/10 of that, considerable effects can be expected. In addition, in the case in which a device such as would shield the flow of air, such as a reflection prevention plate 6, is attached at the interior of the apparatus, a gap, etc. is provided, for example, between the reflection prevention plate 6 and the housing 1, and air with a high degree of cleanliness smoothly flows and is not collected at any one location. At this time, in the case in which background reflection of the ceiling, etc. of the housing 1 is produced from the gap from which the air is taken out, by installing a reflection prevention plate 8 at different level from the reflection prevention plate 6, background reflection of the ceiling, etc. can also be prevented without hindering the flow of air. In addition, the structure may also be made such that the amount of flow of air that is fed in from the duct may be adjusted or an inclined part may be provided at the interior of the main body so that dust, etc. does not accumulate.

[0042]

The inspection stage 3 is a stage on which the workpiece subject to inspection is set, and, as for the method of holding the workpiece, a method resulting from chucking and a method such as supporting by a support pin, etc. are conceivable.

[0043]

In the present embodiment, in order to prevent foreign matter and flaws of the surface of the inspection stage 3 from being erroneously detected, when the focal point of the high resolution area sensor camera 5 is focused to the surface of the workpiece, the workpiece is supported by support pins of an appropriate height so that the focal point is not focused to the surface of the inspection stage 3. In addition, the camera is capable of photography in a status in which the focal point has been focused with respect to an object within the scope of the depth of focus. For this reason, even if, for example, the focal point is focused to the workpiece subject to inspection, and the surface of the inspection stage 3 is within the scope of the depth of focus of the camera, the surface status and minute flaws, etc. of the surface of the inspection stage 3 are unfortunately reflected. However, as the distance from the focal point of the camera to the object goes out of the scope of the depth of focus, an image in which the focal point has gradually become blurred results. For this reason, it is necessary for the distance from the focal point of the high resolution area sensor camera 5 to the surface of the inspection stage 3 to be adequately out the scope of the depth of focus.

[0044]

For example, adjustment may be performed so that the distance from the workpiece to the inspection stage 3 becomes 10 times the depth of focus or more. For example, in the case in which a 1000×1000 pixel high resolution area sensor camera 5 and a single lens reflex camera lens with a depth of focus of 20 mm are used, and foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. of the surface of a $360 \text{ mm} \times 460 \text{ mm}$ LCD substrate are detected, the distance between the high

(11)

resolution area sensor camera 5 and the workpiece is approximately 750 mm ~ 780 mm, and the height of the support pins at this time becomes approximately 50 ~ 100 mm.

[0045]

In addition, in the case in which the workpiece subject to inspection is a substrate for a flat panel such as an LCD, PDP or FED, there are cases in which adjustment of the depth of focus of the high resolution area sensor camera 5 is necessary in order to eliminate effects such as warping with respect to the image taken in.

[0046]

The lighting 4 is used for irradiating light from a horizontal direction or from a direction diagonally above the workpiece subject to inspection. The lighting 4 is line-shaped lighting that uses the same type of halogen lamp and optical fibers as in the conventional case. In the present embodiment, a filter of a wavelength band at which the resist is not exposed is provided at the exit port of the light of the light source. In addition, one end of the plurality of optical fibers is connected to the exit port of the light source, and a diffusion filter for diffusing the light is attached at the other end of the optical fibers (in the vicinity of the exit port of the illumination light). Through this, illumination light is diffused, and illumination nonuniformities of the illumination light are prevented. The lighting 4 may be given not only a configuration that irradiates light to the workpiece from one direction but one that irradiates light to the workpiece from two or more directions. In addition, the configuration may be made such that the height of the exit port and the illumination angle can be freely adjusted.

[0047]

The high resolution area sensor camera 5 is installed in the direction above the inspection stage 3 and takes in the entire image of the surface of the workpiece subject to inspection by means of control from the control and processing part 2. The configuration may also be such that it is possible to change the installation height and the forward, back, left and right positions of a high resolution area sensor camera 5 so that it is possible to handle changes in the height of the workpiece and changes in the region subject to inspection.

[0048]

For the high resolution area sensor camera 5, a type that cools a CCD (charge coupled device) may be used as a noise countermeasure when improving camera sensitivity. While the number of gradations of a common CCD camera is 256 gradations, in the case of a camera of a type that cools a CCD, photography at a resolution of approximately 16,384 gradations is possible, and detection is possible even with a slight difference in light intensity. Therefore, while in the case of a normal CCD camera, in order to detect foreign matter with a size of 50 μm or more, the minimum necessary camera resolution is approximately 50 μm per pixel, in the case in which this high sensitivity camera is used, even if the resolution is approximately 500 μm per pixel, it will be possible to detect flaws, etc. without any problem. Therefore, in the case in which the resolution of the high resolution area sensor camera 5 is 1000×1000 pixels, the visual field size becomes approximately 500×500 mm, and it is possible to take in an image all at once even with respect to large substrates such as LCD substrates. For this reason, in the foreign matter inspection apparatus 20, by using this type of high resolution area sensor camera 5, it becomes no longer necessary to move the camera, attach a plurality of cameras or move the workpiece. In conjunction with this, it is possible to reduce the size of the foreign matter inspection apparatus 20. In addition, since performing processing at high speed and complex mechanisms are not necessary, it is possible to make the foreign matter inspection apparatus 20 at low cost.

[0049]

In such a high resolution area sensor camera 5, there is a cooling fan for cooling the CCD. For this reason, a fan exhaust hole is connected to the duct 7 in order to prevent dust generation from the exhaust hole of the fan. In addition, the high resolution area sensor camera 5 is controlled by a control and processing part 2, and, depending on the model of the high resolution area sensor camera 5, there are cases in which a dedicated controller (not shown) is necessary. In such cases, the control and processing part 2 controls the high resolution area sensor camera 5 via the dedicated controller.

[0050]

A frame grabber board for taking in the image from the high resolution area sensor camera 5 is built into the control and processing part 2, and an image processing board for performing image processing is built in. In addition, image processing software for performing image processing using the frame grabber board and the image processing board is installed in the control and processing part 2.

[0051]

Next, a foreign matter and flaw detection method that uses the foreign matter inspection apparatus 20 will be described. Reference image data of the workpiece subject to inspection is created. The reference image data may be image data of a conforming sample that has no dust and, for image data in which dust is present, may be image data on which appropriate image processing has been implemented to remove dust. In addition, the reference image data may be created in advance of inspection, and image data during inspection as well as image data for which the appropriate image processing has been implemented on the image data during inspection may also be considered the reference image.

[0052]

When the workpiece subject to inspection has been set on the inspection stage 3, the control and processing part 2 sends an image take-in command to the high resolution area sensor camera 5. The high resolution area sensor camera 5 that has received the image take-in command takes in the image of the surface of the workpiece and sends the taken in image signal to the control and processing part 2.

[0053]

The control and processing part 2 receives the image signal from the high resolution area sensor camera 5, creates image data from the received image signal, and performs subtraction with the image data of the reference image. Through this, only the brightness difference value of portions such as the foreign matter becomes larger, and it becomes possible to detect foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. of the surface of the workpiece.

[0054]

Fig. 3 shows an example of the image data taken in by the high resolution area sensor camera 5 of the foreign matter inspection apparatus 20.

[0055]

For example, if the surface of the workpiece subject to inspection is a mirror-shaped body and has a property such that it tends to reflect light as with a semiconductor wafer or an LCD glass substrate, the background in the vicinity is reflected into the image input by the high resolution area sensor camera 5, and it unfortunately becomes difficult to distinguish between foreign matter and flaws. However, in Fig. 3, reflecting in of background other than the workpiece such as that of Fig. 5 is not produced.

[0056]

In addition, when the illumination light is not even, and there are nonuniformities, illumination intensity nonuniformities such as those shown in Fig. 6 occur in the image input by the camera, and it unfortunately becomes difficult to distinguish foreign matter, flaws and nonuniformities. However, in Fig. 3, such illumination intensity nonuniformities are not produced.

[0057]

In addition, in the case in which the focal point has been focused to the workpiece subject to inspection, the focal point is not focused to the surface of the inspection stage 3, so minute flaws, etc. of the surface of an inspection stage 3 such as that of Fig. 7 are not reflected.

[0058]

The workpiece subject to inspection that has been set on the inspection stage 3 can be taken out at the point in time when taking in of the image by the high resolution area sensor camera 5 has been completed.

[0059]

As described above, according to the defect inspection apparatus of the present invention, purified air with a high degree of cleanliness is fed in from the upper part of the apparatus, that fed in air is caused to flow within the apparatus, and the degree of cleanliness within the apparatus is increased. Through this, it is possible to maintain the interior of the apparatus in a status in which there is no dust, and it is possible to prevent new dust from adhering to the workpiece during inspection of foreign matter, flaws and nonuniformities. In addition, it is possible to prevent defects from occurring due to dust adhering during inspection of foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. and resulting in the yield decreasing.

[0060]

In addition, in the case in which the surface of the workpiece subject to inspection is a semiconductor wafer or a substrate for a flat panel display such as an LCD, PDP or FED, etc., the surface of the workpiece is mirror-shaped and has a property such that it tends to reflect light. For this reason, the background in the vicinity tends to be reflected into the camera 5, but, by making the interior of the apparatus a matte dark color and providing an illumination light reflection prevention plate 6, it is possible to prevent reflection of the background of the vicinity into the camera 5. Specifically, it is possible to prevent extra background from being reflected into the camera 5 as well as the SN ratio from relatively dropping by means of the noise component of the image obtained by the camera 5 increasing. Therefore, it is possible to prevent the normal foreign matter, flaw and nonuniformity, etc. detection sensitivity from unfortunately decreasing.

[0061]

In addition, a halogen lamp is used as the illumination light source, and the light source and the exit port are connected by optical fiber. A plate that scatters the light is provided in the vicinity of the exit port. For this reason, the illumination light irradiated to the workpiece subject to inspection comes to be a gradual illumination intensity distribution, and it is possible to prevent the detection sensitivity from decreasing due to illumination intensity nonuniformity. In addition, by using a filter of a wavelength band at which the resist is not exposed, exposing of the resist of the workpiece prior to development is eliminated.

[0062]

In addition, when the focal point of the camera is focused to the surface of the workpiece, the focal point is not focused on the surface of the inspection stage 3. For this reason, the surface status or minute flaws, etc. of the surface of the inspection stage 3 are no longer reflected into the

(14)

camera via a substrate that is transparent or semitransparent such as those of substrates for a flat panel display such as an LCD, PDP or FED. Therefore, it is possible to stably detect normal foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. of the workpiece.

[0063]

In addition, through the foreign matter detection apparatus 20, it is possible to take in all at once the image of the surface of the workpiece using one high resolution area sensor camera 5. For this reason, a mechanism that moves the stage or the camera forward, back, left and right, special processing at the boundary portions of the image, and corrections resulting from individual differences of the cameras in the case in which a plurality of cameras is used are not necessary. For this reason, it is possible to provide a detection apparatus for foreign matter, flaws and nonuniformities, etc. that is low in cost, space-saving and high-speed.

[0064]

According to our study, even in the case in which a substrate for 360 mm × 460 mm LCD glass is used as the workpiece subject to inspection, and lighting is installed in two directions, the dimensions of the bottom surface of the apparatus are approximately 760 mm × 760 mm. Therefore, it is possible to add a foreign matter inspection apparatus 20 to the production apparatuses of semiconductor wafers or LCD glass substrates. It is possible to load and unload the workpiece to the interior of the foreign matter inspection apparatus 20 using a production apparatus workpiece transport apparatus and to perform detection of foreign matter and dust immediately before and/or immediately after processing by the production apparatus. By doing so, it is possible to discover at an early stage sudden increases in dust, and it is possible to hold expansion in damage to subsequent workpieces to a minimum.

[0065]

In addition, by monitoring changes of the amount of dust, it is possible to prevent occurrence of defects resulting from dust and to ascertain the appropriate cleaning schedule for the production apparatus.

[0066]

On the other hand, it is also possible to install a foreign matter inspection apparatus 20 in a small space in the production apparatus. In this case, a robot arm, etc. or manual operation is used to load and unload the workpiece subject to inspection. In this method, it is possible to detect foreign matter and flaws at an early stage following processing by the production apparatus. For this reason, it is possible to discover suddenly occurring defects at an early stage, and it is possible to prevent expansion of damage.

[0067]

The embodiments disclosed here must be considered to be examples on all points and not to be limiting. The scope of the present invention is indicated not by the descriptions discussed above but by the Scope of Patent Claims, and it is intended that all modifications with equivalent meanings to and within the scope of the Scope of Patent Claims be included.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1

Fig. 1 is a drawing that shows the configuration of a photolitho process apparatus relating to an embodiment of the present invention.

Fig. 2

Fig. 2 is a drawing that shows the configuration of a foreign matter inspection apparatus relating to an embodiment of the present invention.

Fig. 3

° Fig. 3 is a diagram that expresses the brightness distribution on a line that has the image data taken in by the high resolution area sensor camera 5 of the foreign matter inspection apparatus 20.

Fig. 4

Fig. 4 is a drawing that shows the configuration of a conventional photolitho process apparatus.

Fig. 5

Fig. 5 is a diagram that expresses the brightness distribution on a line that passes through a portion where dust is present and a portion where background reflection of the screws that secure the ceiling plate is present in the image data taken in by the camera of a conventional foreign matter inspection apparatus.

Fig. 6

Fig. 6 is a diagram that expresses the brightness distribution on a line that passes through a portion where dust is present in the image data taken in by the camera of a conventional foreign matter inspection apparatus that uses a lighting device in which light is emitted from a plurality of optical fibers.

Fig. 7

° Fig. 7 is a diagram that expresses the brightness distribution on a line that passes through a portion where dust is present and a portion where minute flaws on the stage are present in the image data taken in by the camera of a conventional foreign matter inspection apparatus.

Description of Symbols

- 1 housing
- 2 control and processing part
- 3 inspection stage
- 4 lighting
- 5 high resolution area sensor camera
- 6, 8 reflection prevention plate
- 7 duct
- 11 loader
- 12 washing part
- 13 resist removal part
- 14 peripheral part resist removal part
- 15 exposure part
- 16 development part
- 17 unloader
- 18a, 18b robot
- 19 transport robot
- 20 foreign matter inspection apparatus

Fig. 1

buffer

Fig. 3

° dust

Fig. 4

buffer

Fig. 5

(16)

* screw background reflection
dust

Fig. 2

purified air
workpiece
light source

Fig. 6

illumination nonuniformities
- dust

Fig. 7

minute flaws of the stage surface
dust

Continued from the front page

(51) Int. Cl. ⁷	Identification symbols FI H 01 L 21/30	Theme code (Reference) 502V
F terms (Reference)	2F065 AA49 BB25 CC17 CC19 CC25 DD12 DD13 EE05 FF42 GG02 GG16 HH11 HH12 HH14 JJ03 JJ09 JJ26 LL02 LL03 LL21 LL22 LL49 PP11 QQ25 RR01 RR08 SS13 TT01 TT02 2G051 AA51 AA90 AB01 AB02 AC12 BB17 BB20 CA04 CA20 CB05 DA03 DA05 EA08 EA11 EA16 EA23 EB01 EB09 4M106 AA01 BA04 BA20 CA38 CA41 DB04 DB07 DB19 DB20 5F046 AA18 CD05 DD01	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-180371

(P2000-180371A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 N 21/88		G 0 1 N 21/88	6 4 5 A 2 F 0 6 5
			Z 2 G 0 5 1
G 0 1 B 11/30		G 0 1 B 11/30	A 4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/66	J 5 F 0 4 6
21/66		21/30	5 0 2 J

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-353083

(22) 出願日 平成10年12月11日 (1998. 12. 11)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 原田 徳実

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 谷川 徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

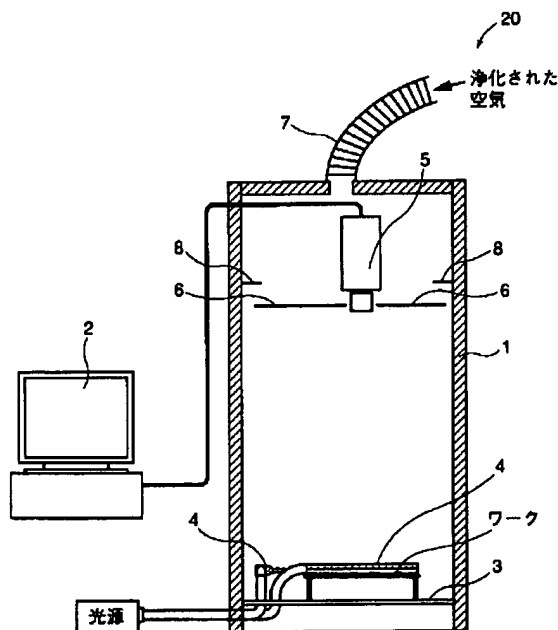
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異物検査装置および半導体工程装置

(57) 【要約】

【課題】 正確に異物のみを検出することができる異物検査装置を提供する。

【解決手段】 図2を参照して、異物検査装置20は、ワークを載置するために設けられた検査ステージ3と、ワークの横方向および斜め上方向から光を当てるための照明4と、ワークを撮像するための高解像度エリアセンサカメラ5と、検査対象のワークを細緻するための検査ステージ3、照明4およびカメラ5を覆い、外部光を遮断するための筐体1と、筐体1の開口部に接続され、筐体1内部に浄化されたクリーン度の高い空気を送り込むためのダクト7と、高解像度エリアセンサカメラ5より出力される映像信号を受け、画像データを作成した後、画像処理を行ない、異物の検査を行なうための制御・処理部2を含む。異物検査装置20には、必要に応じてカメラ5の近傍につや消し処理が施された反射防止板6が設けられる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ワークに光を照射するための照明と、
前記ワークを撮像するためのカメラと、
前記カメラより出力される画像データを処理し、前記ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、
前記カメラを覆うための、開口部を有する筐体と、
前記筐体の前記開口部に接続され、前記筐体の外部より、前記筐体の内部へ清浄空気を送り込むためのダクトとを含む、異物検査装置。

【請求項2】 前記照明より照射される光の反射防止板をさらに含み、
前記筐体の内部は光を吸収するための処理が施されている、請求項1に記載の異物検査装置。

【請求項3】 前記照明の照射面に設けられた光を散乱するためのプレートとをさらに含む、請求項1に記載の異物検査装置。

【請求項4】 ワークに光を照射するための照明と、
ステージと、
前記ワークを撮像するためのカメラと、
前記カメラより出力される画像データを処理し、前記ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、
ステージ上に設けられ、前記カメラの焦点が前記ワークには合うが、前記ステージには合わない位置にワークを保持するための保持部材とを含む、異物検査装置。

【請求項5】 前記照明より前記ワークに照射される光は、レジストを感光させない波長域の光である、請求項1～4のいずれかに記載の異物検査装置。

【請求項6】 ワークを洗浄するための洗浄手段と、
前記ワークにレジストを塗布するためのレジスト塗布手段と、
前記ワークの周辺部のレジストを除去するための周辺部レジスト除去手段と、
レジストが塗布された前記ワークを露光するための露光手段と、
露光された前記ワークを現像するための現像手段と、
前記ワークの異物を検出するための異物検出手段とを含む、

前記異物検出手段は、
前記ワークに光を照射するための照明と、
前記ワークを撮像するためのカメラと、
前記カメラより出力される画像データを処理し、前記ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、
前記カメラを覆うための、開口部を有する筐体と、
前記筐体の前記開口部に接続され、前記筐体の外部より、前記筐体の内部へ清浄空気を送り込むためのダクトとを含む、半導体工程装置。

【請求項7】 前記異物検出手段は、前記照明より照射される光の反射防止板をさらに含み、
前記筐体の内部は、光を吸収するための処理が施されている、請求項6に記載の半導体工程装置。

【請求項8】 前記異物検出手段は、前記照明の照射面に設けられた光を散乱するためのプレートとをさらに含む、請求項6に記載の半導体工程装置。

【請求項9】 ワークを洗浄するための洗浄手段と、
前記ワークにレジストを塗布するためのレジスト塗布手段と、
前記ワークの周辺部のレジストを除去するための周辺部レジスト除去手段と、

レジストが塗布された前記ワークを露光するための露光手段と、
露光された前記ワークを現像するための現像手段と、
前記ワークの異物を検出するための異物検出手段とを含む、

前記異物検出手段は、
前記ワークに光を照射するための照明と、
ステージと、
前記ワークを撮像するためのカメラと、
前記カメラより出力される画像データを処理し、前記ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、
ステージ上に設けられ、前記カメラの焦点が前記ワークには合うが、前記ステージには合わない位置にワークを保持するための保持部材とを含む、半導体工程装置。

【請求項10】 前記照明より前記ワークに照射される光は、レジストを感光させない波長域の光である、請求項6～9のいずれかに記載の半導体工程装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異物検査装置および半導体工程装置に関し、特に、異物、傷およびムラ等のみを正確に検出することができる異物検査装置および半導体工程装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図4を参照して、従来の半導体工程装置の一種であるフォトリソプロセス装置は、ローダ11と、洗浄部12と、レジスト塗布部13と、周辺部レジスト除去部14と、露光部15と、現像部16と、アンローダ17と、これらの処理部間でワークを搬送するためのロボット18aおよび18bと、搬送ロボット19とを含む。

【0003】このようなインライン方式のフォトリソプロセス装置では、駆動系等からダストが侵入し、そのダストがレジスト塗布前後または露光前にワーク上に付着すると、レジストパターン異常の原因となる。このレジストパターン異常が発見されるのは、レジストパターンニング完了後に、装置外に設けられた検査部（図示せず）で、異物またはパターン異常などを抜き取り検査または全数検査した後である。このため、不良の発見が遅れ、その間に同様の多くの不良が発生してしまうという問題がある。さらに、抜き取り検査を行なう場合では、パターン異常のまま次工程へ進むワークが存在する。このた

め、次工程のエッチング処理を行なった際に断線不良が発生し、歩留まりを低下させる原因となる。

【0004】これらの問題点を解決する方法として、特開平8-250385号公報に開示されている異物検査装置は、レジスト塗布または露光の各処理の前後で異物を検査する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の異物検査装置は、半導体工程装置に組込んで、カメラ入力された画像データから異物、傷およびムラ等を早期に発見し対策を行なうことにより、不良の発生を未然に防止して歩留まりの向上を図るのを目的としているのにも関わらず、異物検査装置自体にダストを除去する機能が付いていなかった。このため、異物、傷およびムラ等の検査をしている最中に、ワークにダストが付着し、これにより不良が発生し、歩留まりを低下させるという問題を生じていた。

【0006】また、検査対象のワークの表面が半導体ウエハまたはLCD (Liquid Crystal Display)、PDP (Plasma Display Panel) もしくはFED (Field Emission Display) などのフラットパネルディスプレイ用基板の場合、ワークの表面が鏡面状で光を反射しやすい性質である。このため、カメラ入力された画像データに周囲の景色が写りこむことにより、異物、傷およびムラ等の検出感度が低下する。たとえば、異物検査装置の天井板の固定に使われている金属製のネジが、検査対象のワークに反射してカメラに写り込んだ場合を想定する。図5を参照して、カメラによって得られる画像データには、ネジの写り込みがあたかも異物であるかのように見える。このため、誤検出を招いてしまう。結局、余計な背景がカメラに写り込めば、画像データのノイズ成分が増加することになり、異物部の輝度とそれ以外の部分の輝度とのSN比が相対的に低下し、本来の異物、傷およびムラ等の検出感度が低下してしまう。

【0007】さらに、異物検査装置には、一般的に照明光源としてハロゲンランプが用いられる。ハロゲンランプの中には、複数の光ファイバーを束ね、光ファイバーの一方の端を光源に接続し、他方の端より光を出射するものがある。光ファイバーの他方の端はライトガイドに沿って並べられる。図6を参照して、このような照明装置の場合、検査対象のワークに照射される照明光には筋状の照度ムラが生じることがある。このため、異物、傷およびムラ等の検出の妨げになり、検出感度が低下する問題が生じていた。また、ハロゲンランプより出射される光は、レジストが感光する波長域を有する。このため、現像前のワークにハロゲンランプの光を照射するとその部分が感光してしまい、現像後のパターンに悪影響をおよぼしていた。

【0008】図7を参照して、LCD、PDPまたはFEDなどのフラットパネルディスプレイ用基板のよう

に、透明または半透明の基板の場合には、異物検査装置の底部に相当するステージ表面の表面状態および傷などがカメラに写り込み、本来の検査対象であるワークの異物、傷およびムラなどの検出が困難になる。一般に、カメラは焦点深度の範囲内にある物体に対しては、焦点が合った状態での撮影が可能である。このため、たとえ焦点を検査対象のワークに合わせていたとしても、ステージ表面がカメラの焦点深度の範囲内に有れば、ステージ表面の表面状態および微細な傷などが写ってしまうことになる。

【0009】さらに、異物検査装置を、フォトリソプロセス装置に組込む場合、取付スペースの制約を受けるため、サイズがあまり大きいものは取付けるのが困難であった。このため、よりサイズの小さい異物検査装置の開発が望まれていた。

【0010】本発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、正確に異物のみを検出することができる異物検査装置を提供することである。

【0011】他の目的は、正確に異物のみを検出することができ、半導体工程装置に組込むことができる異物検査装置を提供することである。

【0012】さらに他の目的は、正確に異物のみを検出することができる異物検査装置を組込んだ半導体工程装置を提供することである。

【0013】さらに他の目的は、正確に異物のみを検出することができ、製品の歩留まりを低下させることがない異物検査装置を組込んだ半導体工程装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に係る異物検査装置は、ワークに光を照射するための照明と、ワークを撮像するためのカメラと、カメラより出力される画像データを処理し、ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、カメラを覆うための、開口部を有する筐体と、筐体の開口部に接続され、筐体の外部より、筐体の内部へ清浄空気を送り込むためのダクトとを含む。

【0015】請求項1に記載の発明によると、異物検査装置内部に浄化された清浄空気が送りこまれる。送り込まれた気体は装置内を流れ、装置内のクリーン度を高める。このため、装置内を常にダストの無い状態に保持することができ、ワークへダストが付着することができ。このため、正確に異物のみを検出することができる。

【0016】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の構成に加えて、照明より照射される光の反射防止板をさらに含み、筐体の内部は光を吸収するための処理が施されている。

【0017】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明の作用、効果に加えて、検査対象のワークが半導

体ウエハまたはLCD、PDPもしくはFED等のフラットパネルディスプレイ用基板の場合、ワークの表面が鏡面状で光を反射しやすい性質である。このため、カメラで入力した画像に周囲の景色が写り込みやすい。しかし、筐体の内部に照明光の反射防止板を設け、筐体の内部に光を吸収するための処理が施されている。このため、周囲の景色のカメラへの写り込みを少なくすることができ、正確に異物のみを検出することができる。

【0018】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明の構成に加えて、照明の照射面に設けられた光を散乱するためのプレートをさらに含む。

【0019】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明の作用、効果に加えて、照明の照射面に光を散乱させるプレートを設けることにより、検査対象のワークに筋状の照度ムラを生じることがなくなる。このため、異物以外の部分の画像データはなだらかな輝度分布を生じることとなり、正確に異物のみを検出することができる。

【0020】請求項4に記載の発明に係る異物検査装置は、ワークに光を照射するための照明と、ステージと、ワークを撮像するためのカメラと、カメラより出力される画像データを処理し、ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、ステージ上に設けられ、カメラの焦点がワークには合うが、ステージには合わない位置にワークを保持するための保持部材とを含む。

【0021】請求項4に記載の発明によると、カメラの焦点をワークの表面に合わせたとき、ステージの表面には焦点が合わない。このため、ステージの表面状態および微細な傷などがカメラに写ってしまうことがなくなる。よって、正確に異物のみを検出することができる。

【0022】請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の発明の構成に加えて、照明よりワークに照射される光は、レジストを感光させない波長域の光である。

【0023】請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の発明の作用、効果に加えて、照明光によりレジストを感光させることがなくなる。このため、この異物検査装置を露光装置の近傍で使用することで、半導体工程装置に組込むことができる。

【0024】請求項6に記載の発明に係る半導体工程装置は、ワークを洗浄するための洗浄手段と、ワークにレジストを塗布するためのレジスト塗布手段と、ワークの周辺部のレジストを除去するための周辺部レジスト除去手段と、レジストが塗布されたワークを露光するための露光手段と、露光されたワークを現像するための現像手段と、ワークの異物を検出するための異物検出手段とを含み、異物検出手段は、ワークに光を照射するための照明と、ワークを撮像するためのカメラと、カメラより出力される画像データを処理し、ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、カメラを覆うための、開口部を

有する筐体と、筐体の開口部に接続され、筐体の外部より、筐体の内部へ清浄空気を送り込むためのダクトとを含む。

【0025】請求項6に記載の発明によると、異物検査装置内部に浄化された清浄空気が送りこまれる。送り込まれた気体は装置内を流れ、装置内のクリーン度を高める。このため、装置内を常にダストの無い状態に保持することができ、ワークへダストが付着することができ。このため、異物検査装置は正確に異物のみを検出することができる。

【0026】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の発明の構成に加えて、異物検出手段は、照明より照射される光の反射防止板をさらに含み、筐体の内部は、光を吸収するための処理が施されている。

【0027】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の発明の作用、効果に加えて、異物検査装置の検査対象のワークが半導体ウエハまたはLCD、PDPもしくはFED等のフラットパネルディスプレイ用基板の場合、ワークの表面が鏡面状で光を反射しやすい性質である。このため、カメラで入力した画像に周囲の景色が写り込みやすい。しかし、筐体の内部に照明光の反射防止板を設け、筐体の内部に光を吸収するための処理が施されている。このため、周囲の景色のカメラへの写り込みを少なくすることができ、正確に異物のみを検出することができる。

【0028】請求項8に記載の発明は、請求項6に記載の発明の構成に加えて、異物検出手段は、照明の照射面に設けられた光を散乱するためのプレートをさらに含む。

【0029】請求項8に記載の発明は、請求項6に記載の発明の作用、効果に加えて、異物検査装置の照明の照射面に光を散乱させるプレートを設けることにより、検査対象のワークに筋状の照度ムラを生じることがなくなる。このため、異物以外の部分の画像データはなだらかな輝度分布を生じることとなり、正確に異物のみを検出することができる。

【0030】請求項9に記載の発明に係る半導体工程装置は、ワークを洗浄するための洗浄手段と、ワークにレジストを塗布するためのレジスト塗布手段と、ワークの周辺部のレジストを除去するための周辺部レジスト除去手段と、レジストが塗布されたワークを露光するための露光手段と、露光されたワークを現像するための現像手段と、ワークの異物を検出するための異物検出手段とを含み、異物検出手段は、ワークに光を照射するための照明と、ステージと、ワークを撮像するためのカメラと、カメラより出力される画像データを処理し、ワーク上の異物を検出するための画像処理部と、ステージ上に設けられ、カメラの焦点がワークには合うが、ステージには合わない位置にワークを保持するための保持部材とを含む。

【0031】請求項9に記載の発明によると、異物検査装置のカメラの焦点をワークの表面に合わせたとき、ステージの表面には焦点が合わない。このため、ステージの表面状態および微細な傷などがカメラに写ってしまうことがなくなる。よって、正確に異物のみを検出することができる。

【0032】請求項10に記載の発明は、請求項6～9のいずれかに記載の発明の構成に加えて、照明よりワークに照射される光は、レジストを感光させない波長域の光である。

【0033】請求項10に記載の発明は、請求項6～9のいずれかに記載の発明の作用、効果に加えて、異物検査装置の照明光によりレジストを感光させることがなくなる。このため、この異物検査装置を露光手段の近傍で使用しても、ワークに影響をおよぼすことがなく、歩留まりを低下させることがない。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明における実施の形態について説明する。なお、以下の説明では、同一の部品には同一の参照符号を付す。それらの名称および機能も同一であるので、説明の繰返しは適宜省略する。

【0035】図1を参照して、本発明実施の形態に係る半導体工程装置の一種であるフォトリソプロセス装置は、ワークのフォトリソプロセス装置への入り口であるローダ11と、ワークを洗浄するための洗浄部12と、ワークにレジストを塗布するためのレジスト塗布部13と、ワークの周辺部のレジストを除去するための周辺部レジスト除去部14と、レジストが塗布されたワークを露光するための露光部15と、露光されたワークを現像するための現像部16と、ワークのフォトリソプロセス装置からの出口であるアンローダ17と、ワークの異物を検出するための異物検査装置20と、これらの処理部間でワークを搬送するためのロボット18aおよび18bと、搬送ロボット19を含む。

【0036】各処理部には、処理前後でワークを加熱するためのホットプレートおよびワークを冷却するためのクールプレートが備えられている。

【0037】ワークが入ったカセットがローダ11に搬入されると、ロボット18aがワークをカセットから一枚ずつ抜き取り、搬送ロボット19に移載する。搬送ロボット19は、ワークを洗浄部12、レジスト塗布部13および周辺部レジスト除去部14の順に搬送する。

【0038】周辺部レジスト除去部14での処理終了後、搬送ロボット19は、ワークをロボット18bに移載する。ロボット18bは、ワークを露光部15に搬送する。ワークの露光後、ロボット18bは、ワークを露光部15より取り出し、ワークを異物検査装置20内に導入する。異物検査装置20でワークの異物・傷およびムラ等の検査が行なわれた後、ロボット18bは、ワーク

を異物検査装置20から取り出し、搬送ロボット19に移載する。搬送ロボット19は、ワークを現像部16に搬送する。現像が済んだ後、搬送ロボット19は、ワークを現像部16から取り出し、ロボット18aに移載する。ロボット18aは、アンローダ17にカセットを収納する。

【0039】図2を参照して、異物検査装置20は、ワークを載置するために設けられた検査ステージ3と、ワークの横方向および斜め上方向から光を当てるための照明4と、ワークを撮像するための高解像度エリアセンサカメラ5と、検査対象のワークを細緻するための検査ステージ3、照明4およびカメラ5を覆い、外部光を遮断するための筐体1と、筐体1の開口部に接続され、筐体1内部に浄化されたクリーン度の高い空気（清浄空気）を送り込むためのダクト7と、高解像度エリアセンサカメラ5より出力される映像信号を受け、画像データを作成した後、画像処理を行ない、異物の検査を行なうための制御・処理部2を含む。

【0040】異物検査装置20には、必要に応じてカメラ5の近傍につや消し処理が施された反射防止板6が設けられる。筐体1の内部および筐体1内部のそれぞれの部品の色は、照明光を反射しにくいようにつや消しの黒色または暗色に統一されている。たとえば、材質がアルミニウムの場合には、つや消しのためのアルマイト処理が施されている。これにより、ワーク以外の部分のカメラ5への写り込み、照明光の反射、および照明光の漏れを防ぐことができる。

【0041】ダクト7からは、筐体1内部に浄化されたクリーン度の高い空気が送り込まれ、送り込まれた空気は装置内を対流する。筐体1内に送り込まれる空気のクリーン度は高ければ高い程よいが、たとえば、異物検査装置20の外側のクリーン度がクラス1000の場合、その10分の1程度のクラス100以下であれば、かなりの効果を期待することができる。また、装置内部に反射防止板6のような空気の流れを遮るようなものが取付けられている場合には、反射防止板6と筐体1との間に隙間を設けるなどして、クリーン度の高い空気がスムーズに流れ、一ヶ所に滞留しないようにする。この時、空気の抜ける隙間から筐体1の天井等の写り込みが発生する場合には、反射防止板8を反射防止板6と段違いに設置することにより、空気の流れを阻害することなく、天井等の写り込みも防止することができる。また、ダクトから送り込まれる空気の流量を調整したり、本体内部に傾斜部を設けるなどして、ダスト等が堆積しないような構造にしても良い。

【0042】検査ステージ3は、検査対象のワークがセットされるステージであり、ワークを保持する方法としては、吸着による方法または支持ピンなどで支持する方法などが考えられる。

【0043】本実施の実施の形態では、検査ステージ3

表面の異物や傷を誤検出することを防止するために、高解像度エリアセンサカメラ5の焦点をワークの表面に合わせた時に、検査ステージ3の表面には焦点が合わないように、適切な高さの支持ピンでワークを支持するものとする。一般に、カメラは焦点深度の範囲内にある物体に対しては、焦点が合った状態で撮影が可能である。このため、たとえ焦点後検査対象のワークに合わせていたとしても、検査ステージ3の表面が焦点深度の範囲内に有れば、検査ステージ3表面の表面状態および微細な傷等が写ってしまうことになる。しかし、カメラの焦点から物体までの距離が焦点深度の範囲を外れるに従い、徐々に焦点のぼやけた画像となってくる。このため、高解像度エリアセンサカメラ5の焦点から検査ステージ3の表面までの距離が焦点深度の範囲を十分外れるようにすることが必要である。

【0044】たとえば、ワークから検査ステージ3までの距離が焦点深度の10倍以上となるように支持ピンの長さを調整すれば良い。たとえば、1000×1000画素の高解像度エリアセンサカメラ5と焦点距離20mmの一眼レフカメラ用レンズを用い、360mm×460mmのLCD基板の表面の異物、傷およびムラ等を検出する場合に、高解像度エリアセンサカメラ5とワークとの距離は750mm〜780mm程度であり、この時の支持ピンの高さは50〜100mm程度となる。

【0045】また、検査対象のワークがLCD、PDPまたはFED等のフラットパネル用基板の場合には、取込んだ画像に対するたわみの影響を除去するために高解像度エリアセンサカメラ5の焦点深度の調整が必要になる場合がある。

【0046】照明4は、検査対象のワークに対して横方向または斜め上方向から光を照射するために用いられる。照明4は、従来と同様のハロゲンランプおよび光ファイバーを用いたライン状の照明である。本実施の形態では、光源の光の出射口にレジストが感光しない波長域のフィルタが設けられている。また、光源の出射口には複数の光ファイバーの一端が接続されており、光ファイバーの他端（照明光の出射口付近）には、光を拡散させるための拡散フィルタが取り付けられている。これにより、照明光が拡散され、照明光の照度ムラが防止される。照明4は、1方向からワークに光を出射するだけでなく、2方向またはそれ以上の方向からワークに光を出射する構成にしても良い。また、出射口の高さや照明角度を自由に調整できるような構成としても良い。

【0047】高解像度エリアセンサカメラ5は、検査ステージ3の上方向に設置され、制御・処理部2からの制御により検査対象ワークの表面全体の画像を取込む。ワークの大きさの変更および検査対象領域の変更などに対応できるように、高解像度エリアセンサカメラ5の設置高さおよび前後左右の位置を変更できる構成としても良い。

【0048】高解像度エリアセンサカメラ5としては、カメラ感度向上時のノイズ対策等のためCCD（Charge Coupled Device）を冷却するタイプのものを用いても良い。一般的なCCDカメラの階調は256階調であるのに対し、CCDを冷却するタイプのカメラの場合には、16384階調程度の分解能での撮影が可能であり、わずかな光強度の差であっても検出することができる。したがって、通常のCCDカメラの場合、50μm以上の大きさの異物を検出するためには、カメラの解像度として1画素当り50μm程度は最低限必要であるのに対し、この高感度のカメラを用いた場合には、1画素当り500μm程度の解像度であっても、問題なく傷等を検出することができる。よって、高解像度エリアセンサカメラ5の解像度が1000×1000画素の場合には、視野サイズは500×500mm程度になり、LCD基板などの大型の基板に対しても、一度に画像を取込むことができる。このため、異物検査装置20では、このような高解像度エリアセンサカメラ5を用いることにより、カメラを動かしたり、複数のカメラを取付けたり、ワークを動かしたりする必要がなくなる。これに伴い、異物検査装置20のサイズを小さくすることができる。また、高速に処理を行ったり、複雑な機構を必要としないため、異物検査装置20を低価格で作成することができる。

【0049】このような高解像度エリアセンサカメラ5では、CCDを冷却するために冷却ファンを有している。このため、ファンの排気孔からの発塵を防止するために、ファンの排気孔をダクト7に接続する。また、高解像度エリアセンサカメラ5は、制御・処理部2により制御されるが、高解像度エリアセンサカメラ5の機種によっては、専用コントローラ（図示せず）が必要となる場合がある。このような場合には、制御・処理部2は専用コントローラを介して高解像度エリアセンサカメラ5を制御する。

【0050】制御・処理部2には、高解像度エリアセンサカメラ5から画像を取込むためのフレームグラバボードが内蔵されており、かつ画像処理をおこなうための画像処理ボードが内蔵されている。また、制御・処理部2には、フレームグラバボードおよび画像処理ボードを用いて画像処理を行なうための画像処理ソフトウェアがインストールされている。

【0051】次に、異物検査装置20を用いた異物および傷の検出方法について説明する。検査の対象となるワークの参照画像データを作成しておく。参照画像データはダストのない良品サンプルの画像データであっても良いし、ダストの存在する画像データに対して適切な画像処理を施してダストを除去した画像データであっても良い。また、参照画像データは検査前にあらかじめ作成しておいても良いし、検査中の画像データや検査中の画像データに適当な画像処理を施した画像データを参照画像

としても良い。

【0052】検査ステージ3に検査対象のワークがセットされると、制御・処理部2は、高解像度エリアセンサカメラ5に画像取込みコマンドを送信する。画像取込みコマンドを受信した高解像度エリアセンサカメラ5は、ワークの表面の画像を取込み、取込んだ画像信号を制御・処理部2に送信する。

【0053】制御・処理部2は、高解像度エリアセンサカメラ5から画像信号を受信し、受信した画像信号から画像データを作成し、参照画像の画像データとの減算を行なう。これにより、異物等の部分の輝度差分値のみが大きくなり、ワーク表面の異物、傷およびムラ等を検出することが可能となる。

【0054】図3に異物検査装置20の高解像度エリアセンサカメラ5で取込んだ画像データの一例を示す。

【0055】たとえば、半導体ウエハやLCD用ガラス基板のように検査対象のワークの表面が鏡面状態で光を反射しやすい性質ならば、高解像度エリアセンサカメラ5で入力した画像に周囲の景色が写り込んで異物および傷との区別が付きにくくなってしまう。しかし、図3には図5のようなワーク以外の景色の写り込みは生じていない。

【0056】また、照明光が均一でなくムラがあると、カメラで入力した画像にも図6に示すような照度ムラが発生し、異物、傷およびムラとの区別が付きにくくなってしまう。しかし、図3には、このような照度ムラは生じていない。

【0057】さらに、検査対象ワークに焦点を合わせた場合に、検査ステージ3の表面には焦点が合わないようにしているため、図7のような検査ステージ3の表面の微細な傷等が写ることもない。

【0058】検査ステージ3にセットされた検査対象ワークは、高解像度エリアセンサカメラ5による画像の取込みが完了した時点で取り出し可能となる。

【0059】以上説明したように、本発明の欠陥検査装置によれば、装置の上部より浄化されたクリーン度の高い空気を送り込み、その送り込んだ空気が装置内を流れるようにし、装置内のクリーン度を高める。これにより、装置内を常にダストのない状態に保持することができ、異物、傷およびムラの検査中のワークに新たなダストが付着するのを防止することができる。また、異物、傷およびムラ等の検査中に付着するダストにより不良が発生し歩留まりが低下することを防止することができる。

【0060】また、検査対象のワークの表面が半導体ウエハまたはLCD、PDPもしくはFED等のフラットパネルディスプレイ用基板の場合、ワークの表面が鏡面状態で光を反射しやすい性質である。このため、周囲の景色がカメラ5に写り込みやすいが、装置内部をつや消しの暗色にし、照明光の反射防止板6を設けることによ

り、周囲の景色のカメラ5への写り込みを防止することができる。すなわち、余計な背景がカメラ5に写り込み、カメラ5によって得られる画像のノイズ成分が増加することによりSN比が相対的に低下するのを防止することができる。よって、本来の異物、傷およびムラ等の検出感度が低下してしまうのを防止することができる。

【0061】さらに、照明の光源としてハロゲンランプを用い、光源から出射口までを光ファイバーで接続する。出射口付近には、光を散乱させるプレートが設けられている。このため、検査対象のワークに照射される照明光がなだらかな照度分布になり、照度ムラにより検出感度が低下するのを防止することができる。また、レジストが感光しない波長域のフィルターを用いることにより、現像前のワークのレジストを感光することがなくなる。

【0062】さらにまた、カメラの焦点をワークの表面に合わせたとき、検査ステージ3の表面に焦点が合わないようにする。このため、LCD、PDPまたはFED等のフラットパネルディスプレイ用基板のような透明または半透明の基板を通して、検査ステージ3表面の表面状態または微細な傷などがカメラに写り込むことがなくなる。よって、本来のワークの異物、傷およびムラ等を安定に検出することができる。

【0063】また、異物検査装置20によれば、1台の高解像度エリアセンサカメラ5でワークの表面の画像を一度に取込むことができる。このため、ステージまたはカメラを前後左右に移動させる機構、画像の境界部分での特別な処理、および複数のカメラを用いた場合のカメラの固体差による補正等を必要としない。このため、低価格で省スペースかつ高速な異物、傷およびムラ等の検査装置を提供することができる。

【0064】我々の検討によれば、360mm×460mmのLCDガラス用基板を検査対象のワークとし、照明を2方向に設置した場合であっても、装置の底面の寸法は760mm×760mm程度である。したがって、半導体ウエハまたはLCDガラス基板の生産装置に、異物検査装置20を付加することができる。生産装置ワーク搬送装置を用いてワークを異物検査装置20の内部に搬入および搬出し、生産装置による処理の直前および直後のどちらか一方または両方で異物およびダストの検出を行なうことができる。このようにすることで、突発的なダストの増加を早期に発見することができ、後続するワークへの被害の拡大を最小限に抑えることが可能となる。

【0065】また、ダスト数の推移をモニタリングすることにより、ダストによる不良の発生を事前に防止したり、当該生産装置の適切な清掃時期を知ることが可能となる。

【0066】一方、生産装置間の小さなスペースに異物検査装置20を設置することも可能である。この場合に

は、ロボットアームなどを用いて、または人手によって検査対象ワークを搬入および搬出することになる。この方法では、生産装置による処理後の早い段階で異物および傷を検出することができる。このため、突発的な不良の早期発見、および被害拡大の防止が可能となる。

【0067】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るフォトリソプロセス装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態に係る異物検査装置の構成を示す図である。

【図3】異物検査装置20の高解像度エリアセンサカメラ5で取込んだ画像データのあるライン上の輝度分布を表わす図である。

【図4】従来のフォトリソプロセス装置の構成を示す図である。

【図5】従来の異物検査装置のカメラで取込んだ画像データにおいて、ダストが存在する部分と天井板を固定するネジの写り込みが存在する部分とを通過するライン上の輝度分布を表わす図である。

【図6】複数の光ファイバーより光が出射される照明装

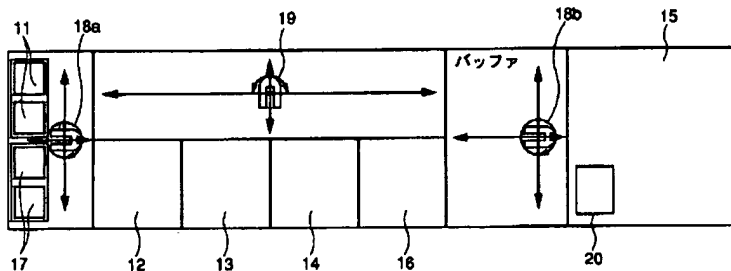
置を用いた従来の異物検査装置のカメラで取込んだ画像データにおいて、ダストが存在する部分とを通過するライン上の輝度分布を表わす図である。

【図7】従来の異物検査装置のカメラで取込んだ画像データにおいて、ダストが存在する部分とステージ上の微細な傷が存在する部分とを通過するライン上の輝度分布を表わす図である。

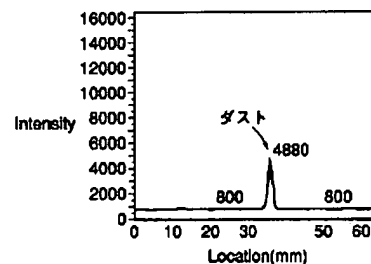
【符号の説明】

- 1 筐体
- 2 制御・処理部
- 3 検査ステージ
- 4 照明
- 5 高解像度エリアセンサカメラ
- 6, 8 反射防止板
- 7 ダクト
- 11 ローダ
- 12 洗浄部
- 13 レジスト塗布部
- 14 周辺部レジスト除去部
- 15 露光部
- 16 現像部
- 17 アンローダ
- 18a, 18b ロボット
- 19 搬送ロボット
- 20 異物検査装置

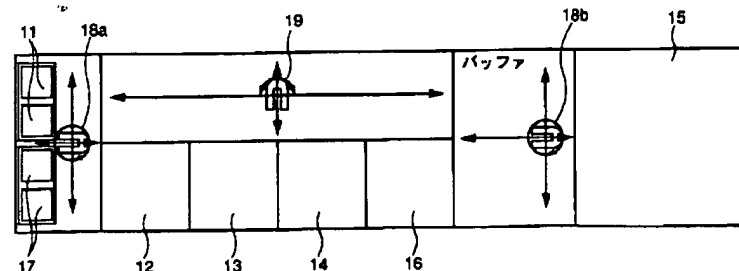
【図1】



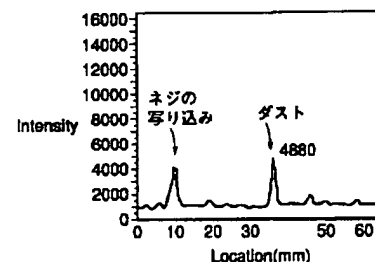
【図3】



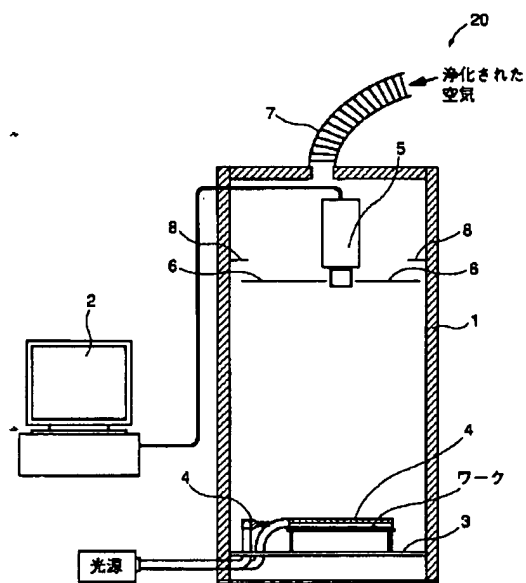
【図4】



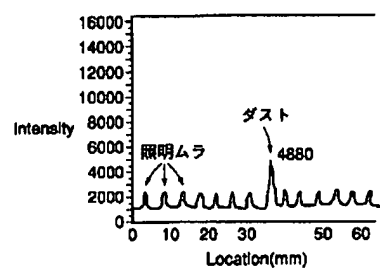
【図5】



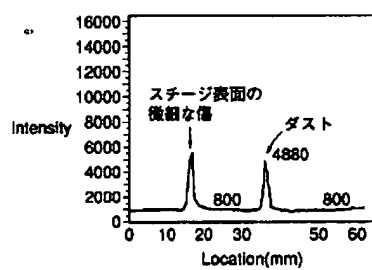
【図2】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I
H O I L 21/30

ターマコード (参考)

5 0 2 V

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB25 CC17 CC19 CC25
DD12 DD13 EE05 FF42 GG02
GG16 HH11 HH12 HH14 JJ03
JJ09 JJ26 LL02 LL03 LL21
LL22 LL49 PP11 QQ25 RR01
RR08 SS13 TT01 TT02
2G051 AA51 AA90 AB01 AB02 AC12
BB17 BB20 CA04 CA20 CB05
DA03 DA05 EA08 EA11 EA16
EA23 EB01 EB09
4M106 AA01 BA04 BA20 CA38 CA41
DB04 DB07 DB19 DB20
5F046 AA18 CD05 DD01